

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-296841

(43)Date of publication of application : 27.12.1991

(51)Int.Cl.

G06F 12/08

G06F 3/06

(21)Application number : 02-099741

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 16.04.1990

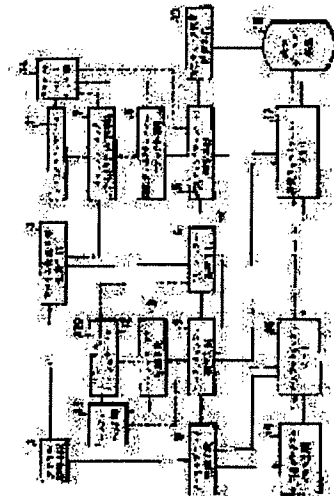
(72)Inventor : OKONOGI TAKAHIRO

(54) CACHE CONTROL SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To leave effective data blocks in a cache memory as much as possible and to improve a cache hit rate by connecting all buffer cache blocks to a free list at the time of deleting a certain file and lowering all priority levels down to the lowest levels.

CONSTITUTION: A file control means 1 outputs information relating to file deletion. A free buffer control means 4 receiving the information connects a buffer header to the free list 120 so that its buffer cache block is made a free state and allocated to another data block. A cache block priority control means 7 lowers the priority of the cache block header down to the lowest level and immediately allocates the disk cache block to another data block.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-296841

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)12月27日

G 06 F 12/08
3/06

3 2 0
3 0 2 A

7232-5B
7232-5B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 キヤッシュ制御方式

⑯ 特 願 平2-99741

⑰ 出 願 平2(1990)4月16日

⑱ 発 明 者 小 此 木 崇 弘 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 河 原 純 一

明 細 書

1. 発明の名称

キャッシュ制御方式

2. 特許請求の範囲

磁気ディスク装置上のファイルの作成および削除等の管理制御を行うファイル制御手段と、

このファイル制御手段により管理制御が行われるファイルとそのファイルに使用されるデータブロックとの対応を管理し利用者プログラムメモリ空間とバッファキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行うファイルブロック制御手段と、

データブロックの転送の際に未使用のバッファキャッシュブロックを確保し、ファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックのバッファヘッダをフリーリストに接続するフリーバッファ制御手段と、

ハッシュテーブル制御手段および前記フリーバッファ制御手段による制御に基づきデータブロッ

クの転送に使用すべきバッファキャッシュブロックを選択して前記ファイルブロック制御手段に提供し、バッファキャッシュメモリと磁気ディスクキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行うバッファキャッシュ制御手段と、

プライオリティテーブルにおいて管理されるディスクキャッシュブロックのプライオリティを制御し、ファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたディスクキャッシュブロックのプライオリティを最も低くする制御を行うキャッシュブロックプライオリティ制御手段と、

磁気ディスクキャッシュブロック制御手段および前記キャッシュブロックプライオリティ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきディスクキャッシュブロックを選択して前記バッファキャッシュ制御手段に提供し、磁気ディスク装置制御手段を用いて磁気ディスクキャッシュメモリと磁気ディスク装置との間のデータブロックの転送の制御を行う磁気ディスクキャ

特開平3-296841 (2)

シュ制御手段と、

前記ファイル制御手段によりファイルが削除された場合にそのファイルの削除に係る通知を前記フリーバッファ制御手段および前記キャッシュブロックプライオリティ制御手段に提供するファイル管理情報伝達手段と

を有することを特徴とするキャッシュ制御方式。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はキャッシュ制御方式に関し、特に計算機システムのファイルシステムにおいてバッファキャッシュメモリおよび磁気ディスクキャッシュメモリの制御を行うキャッシュ制御方式に関する。

(従来の技術)

計算機システムのファイルシステムには、メモリ間のデータブロックの転送の速度と、磁気ディスク装置とメモリとの間のデータブロックの転送の速度との差を縮める目的で、メモリの一部をバッファキャッシュメモリとして使い、さらにメモリの他の一部を磁気ディスクキャッシュメモリと

して用いるものがある。

このようなファイルシステムにおいては、あるデータブロックに対する読み込み要求に基づいて磁気ディスク装置から利用者プログラムメモリ空間にデータブロックの転送が行われる際には、磁気ディスク装置から読み込まれたデータブロックが一度磁気ディスクキャッシュメモリ上に保存され、さらにバッファキャッシュメモリ上に格納されてから、利用者プログラムメモリ空間に転送されていた。

これによって、再び同じデータブロックに対する読み込み要求が発生した場合に、そのデータブロックがバッファキャッシュメモリ上に残っている場合（バッファキャッシュヒットの場合）またはバッファキャッシュメモリには残っていないとしても磁気ディスクキャッシュメモリ上に残っている場合（ディスクキャッシュヒットの場合）には、磁気ディスク装置から利用者プログラムメモリ空間へのブロックデータの転送はバッファキャッシュメモリおよび磁気ディスクキャッシュメモリの

どちらかから利用者プログラムメモリ空間への転送で済み（磁気ディスク装置からの転送を必要とせず）、そのデータブロックの転送（データ入出力）に要する時間の短縮が可能になっていた。

このようなファイルシステムにおいてバッファキャッシュメモリおよび磁気ディスクキャッシュメモリの制御を行うキャッシュ制御方式では、バッファキャッシュメモリの構成要素であるバッファキャッシュブロック（一般的に、データブロックの1つに割り当てられる領域）や、磁気ディスクキャッシュメモリの構成要素であるディスクキャッシュブロック（一般的に、データブロックの正整数倍値に割り当てられる領域）は、その使用頻度が考慮されて管理されている。

すなわち、バッファキャッシュメモリ上のバッファキャッシュブロックの管理情報を持つバッファヘッダは、ハッシュテーブルおよびフリーリストにより管理されている（第2図（a）および（b）参照）。ここで、フリーリストにその時点で使用されていない（有効なデータブロックが格納

されていない）バッファキャッシュブロックのバッファヘッダが接続されることにより、バッファキャッシュブロックの使用頻度が考慮されている。なお、ハッシュテーブルの各エントリの値（第2図（a）および（b）における0～N（Nは正整数））は、そのエントリに接続されているバッファヘッダ（次のバッファヘッダへのポインタを前記のバッファヘッダまたはエントリが持つことにより接続が形成されている）に対応するバッファキャッシュブロックに格納されているデータブロックのブロック番号を一定値で除したときの剰余に相当する。

また、磁気ディスクキャッシュメモリ上のディスクキャッシュブロックの管理情報を持つキャッシュブロックヘッダは、プライオリティテーブルにより管理されている（第3図（a）および（b）参照）。ここで、プライオリティテーブルにおいては、磁気ディスクキャッシュメモリ上のディスクキャッシュブロックの使用頻度に応じてそのディスクキャッシュブロックに対応するキャッシュ

ェブロックヘッダのプライオリティ（第3図（a）および（b）における0〜M（Mは正整数））が決められており、これによりディスクキャッシュブロックの使用頻度が考慮されている。

従来、この種のキャッシュ制御方式では、実際のデータ入出力要求（データブロックの転送要求）に起因した制御（バッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリへのデータブロックの書き込みやバッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリからのデータブロックの読み出しに関する制御）しか行われていない。

したがって、ファイル制御手段の制御によってあるファイルが削除された際に、そのファイルで使用されていたデータブロックがバッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリ上に存在していた場合には、バッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリ上の領域が足りなくなるとそのデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックまた

はディスクキャッシュブロックが他のデータブロックのために置き換えられるまではそのデータブロックがバッファキャッシュブロックまたはディスクキャッシュブロックに割り当てられ続けている。

（発明が解決しようとする課題）

上述した従来のキャッシュ制御方式では、ファイルが削除された際にそのファイルで使用されていたデータブロックがバッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリ上に存在していた場合に、すぐにはそのデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックまたはディスクキャッシュブロックに対する制御が行われないので、フリーリストにより管理されていないバッファヘッダに対応するバッファキャッシュブロックやプライオリティテーブル中の高いプライオリティを有するエントリに接続されているキャッシュブロックヘッダに対応するディスクキャッシュブロックに格納されているデータブロックに係るファイルが削除された場合には、すで

不要となったデータブロックが他のデータブロックよりも長くバッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリ上に残ることになり（有効なデータブロックが先に追い出されるという事態が生じる）、バッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリにおけるキャッシュヒット率が悪くなるという欠点がある。

本発明の目的は、上述の点に鑑み、あるファイルが削除された際にそのファイルで使用されていたデータブロックが格納されているバッファキャッシュブロックの全てをフリーリストに接続し、そのようなデータブロックが格納されているディスクキャッシュブロックの全てのプライオリティを最も低くすることにより、有効なデータブロックをなるべくバッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリ上に残してキャッシュヒット率の向上を図るキャッシュ制御方式を提供することにある。

（課題を解決するための手段）

本発明のキャッシュ制御方式は、磁気ディス

ク上のファイルの作成および削除等の管理制御を行うファイル制御手段と、このファイル制御手段により管理制御が行われるファイルとそのファイルに使用されるデータブロックとの対応を管理し利用者プログラムメモリ空間とバッファキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行うファイルブロック制御手段と、データブロックの転送の際に未使用のバッファキャッシュブロックを確保しファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックのバッファヘッダをフリーリストに接続するフリーバッファ制御手段と、ハッシュテーブル制御手段および前記フリーバッファ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきバッファキャッシュブロックを選択して前記ファイルブロック制御手段に提供しバッファキャッシュメモリと磁気ディスクキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行うバッファキャッシュ制御手段と、プライオリティテー

特開平3-296841 (4)

ルにおいて管理されるディスクキャッシュブロックのプライオリティを制御しファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたディスクキャッシュブロックのプライオリティを最も低くする制御を行うキャッシュブロックプライオリティ制御手段と、磁気ディスクキャッシュブロック制御手段および前記キャッシュブロックプライオリティ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきディスクキャッシュブロックを選択して前記バッファキャッシュ制御手段に提供し磁気ディスク装置制御手段を用いて磁気ディスクキャッシュメモリと磁気ディスク装置との間のデータブロックの転送の制御を行う磁気ディスクキャッシュ制御手段と、前記ファイル制御手段によりファイルが削除された場合にそのファイルの削除に係る通知を前記フリーバッファ制御手段および前記キャッシュブロックプライオリティ制御手段に提供するファイル管理情報伝達手段とを有する。

キャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行い、キャッシュブロックプライオリティ制御手段がプライオリティテーブルにおいて管理されるディスクキャッシュブロックのプライオリティを制御しファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたディスクキャッシュブロックのプライオリティを最も低くする制御を行い、磁気ディスクキャッシュ制御手段が磁気ディスクキャッシュブロック制御手段およびキャッシュブロックプライオリティ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきディスクキャッシュブロックを選択してバッファキャッシュ制御手段に提供し磁気ディスク装置制御手段を用いて磁気ディスクキャッシュメモリと磁気ディスク装置との間のデータブロックの転送の制御を行い、ファイル管理情報伝達手段がファイル制御手段によりファイルが削除された場合にそのファイルの削除に係る通知をフリーバッファ制御手段およびキャッシュブロックプライオリティ制御

〔作用〕

本発明のキャッシュ制御方式では、ファイル制御手段が磁気ディスク装置上のファイルの作成および削除等の管理制御を行い、ファイルブロック制御手段がファイル制御手段により管理制御が行われるファイルとそのファイルに使用されるデータブロックとの対応を管理し利用者プログラムメモリ空間とバッファキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行い、フリーバッファ制御手段がデータブロックの転送の際に未使用のバッファキャッシュブロックを確保しファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックのバッファヘッダをフリーリストに接続し、バッファキャッシュ制御手段がハッシュテーブル制御手段およびフリーバッファ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきバッファキャッシュブロックを選択してファイルブロック制御手段に提供しバッファキャッシュメモリと磁気ディスクキ

手段に提供する。

〔実施例〕

次に、本発明について図面を参照して詳細に説明する。

第1図は、本発明のキャッシュ制御方式の一実施例の構成を示すブロック図である。本実施例のキャッシュ制御方式は、ファイル制御手段1と、ファイル管理情報伝達手段2と、バッファキャッシュ制御手段3と、フリーバッファ制御手段4と、磁気ディスクキャッシュ制御手段5と、磁気ディスクキャッシュブロック制御手段6と、キャッシュブロックプライオリティ制御手段7と、ハッシュテーブル制御手段8と、ファイルブロック制御手段9と、磁気ディスク装置制御手段10と、プライオリティテーブル11と、ハッシュテーブル12（フリーリスト120が付設されている）と、バッファヘッダ群13と、キャッシュブロックヘッダ群14と、利用者プログラムメモリ空間15と、バッファキャッシュメモリ16と、磁気ディスクキャッシュメモリ17と、磁気ディスク装置

13とを含んで構成されている。

第2図(a)および(b)は、ハッシュテーブル12およびフリーリスト120によるバッファヘッダ群13の管理の態様の具体例を示す図である。第2図(a)中のフリーリスト120に接続されているバッファヘッダGおよびHに対応するバッファキャッシュブロックがフリーな状態(使用されていない状態)にあり、バッファキャッシュブロックの使用要求が発生するとこれらのバッファキャッシュブロックから先に割り当てられる。

第3図(a)および(b)は、プライオリティテーブル11によるキャッシュブロックヘッダ群14の管理の態様の具体例を示す図である。第3図(a)において、エントリ0に接続されているキャッシュブロックヘッダA'に対応するディスクキャッシュブロックのプライオリティが最低であり、エントリMに接続されているキャッシュブロックヘッダE'およびF'に対応するディスクキャッシュブロックのプライオリティが最高であり、プライオリティの低いものから順に他のデー

12およびハッシュテーブル12により管理されているバッファヘッダ群13を参照して探索する。

すでにそのデータブロックに割り当てられているバッファキャッシュブロックがあると判断した場合には、ハッシュテーブル制御手段3はバッファキャッシュ制御手段3およびファイルブロック制御手段3(バッファキャッシュ制御手段3を介して)にそのバッファキャッシュブロックに対応するバッファヘッダへのポインタを渡す。

まだそのデータブロックに割り当てられていないバッファキャッシュブロックがないと判断した場合には、ハッシュテーブル制御手段3はバッファキャッシュ制御手段3を介してフリーバッファ制御手段4に制御を渡す。

フリーバッファ制御手段4は、フリーリスト120を参照して、バッファキャッシュメモリ15上の未使用のバッファキャッシュブロックに対応するバッファヘッダへのポインタをバッファキャッシュ制御手段3およびファイルブロック制御手段3(バッファキャッシュ制御手段3を介して)

データブロックに割り当てられていく。

次に、このように構成された本実施例のキャッシュ制御方式の動作について説明する。

初めに、ファイル制御手段1およびファイルブロック制御手段3の制御によって、ファイルの作成や既存のファイルに対するデータ入出力に基づいてデータブロックの転送が行われる場合の動作について説明する。

ファイル制御手段1を介した利用者プログラムからのファイルの作成やファイルに対するデータ入出力の要求により、ファイルブロック制御手段3はバッファキャッシュ制御手段3に対してある特定のデータブロックの転送のために使用できるバッファキャッシュメモリ15上のバッファキャッシュブロックを要求する。

この要求を受けたバッファキャッシュ制御手段3は、ハッシュテーブル制御手段3に制御を渡す。

ハッシュテーブル制御手段3は、すでにそのデータブロックに割り当てられているバッファキャッシュブロックがあるかをハッシュテーブル

に渡す。

バッファヘッダへのポインタを受け取ったファイルブロック制御手段3は、そのバッファヘッダに対応するバッファキャッシュブロックを使用して、利用者プログラムメモリ空間16とバッファキャッシュメモリ15との間のデータブロックの転送を制御する。

次に、バッファキャッシュ制御手段3は、磁気ディスクキャッシュ制御手段5に対して、上述の特定のデータブロックの転送のために使用できる磁気ディスクキャッシュメモリ17上のディスクキャッシュブロックを要求する。

この要求を受けた磁気ディスクキャッシュ制御手段5は、磁気ディスクキャッシュブロック制御手段6に制御を渡す。

磁気ディスクキャッシュブロック制御手段6は、キャッシュブロックプライオリティ制御手段7を介して、すでにそのデータブロックに割り当てられているディスクキャッシュブロックがあるかをプライオリティテーブル11により管理され

特開平3-296841 (6)

ているキャッシュブロックヘッダ部14を参照して検索する。

すでにそのデータブロックに割り当てられているディスクキャッシュブロックがあると判断した場合には、磁気ディスクキャッシュブロック制御手段5は磁気ディスクキャッシュ制御手段5およびバッファキャッシュ制御手段3（磁気ディスクキャッシュ制御手段5を介して）にそのディスクキャッシュブロックに対応するキャッシュブロックヘッダへのポインタを渡す。

まだそのデータブロックに割り当てられていないディスクキャッシュブロックがないと判断した場合には、磁気ディスクキャッシュブロック制御手段5はキャッシュブロックプライオリティ制御手段7の制御によりプライオリティテーブル11を参照して磁気ディスクキャッシュメモリ17上の最もプライオリティの低いディスクキャッシュブロックに対応するキャッシュブロックヘッダへのポインタを磁気ディスクキャッシュ制御手段5およびバッファキャッシュ制御手段3（磁気ディス

クキャッシュ制御手段5を介して）に渡す。

磁気ディスクキャッシュメモリ17上のディスクキャッシュブロックのプライオリティは、キャッシュブロックプライオリティ制御手段7によって制御されており、使用頻度の高いディスクキャッシュブロックはプライオリティが高くなり使用頻度の低いディスクキャッシュブロックはプライオリティが低くなるように制御されている。

キャッシュブロックヘッダへのポインタを受け取ったバッファキャッシュ制御手段3は、そのキャッシュブロックヘッダに対応するディスクキャッシュブロックおよび上述したようにハッシュテーブル制御手段8から受け取ったバッファヘッダに対応するバッファキャッシュブロックを使用して、バッファキャッシュメモリ16と磁気ディスクキャッシュメモリ17との間のデータブロックの転送を制御する。

また、キャッシュブロックヘッダへのポインタを受け取った磁気ディスクキャッシュ制御手段5は、そのキャッシュブロックヘッダに対応するデ

ィスクキャッシュブロックを使用して、磁気ディスクキャッシュメモリ17と磁気ディスク装置18との間のデータブロックの転送（磁気ディスクキャッシュメモリ17から磁気ディスク装置18への非同期な書き込みおよび磁気ディスク装置18から磁気ディスクキャッシュメモリ17への読み出し）を制御する（磁気ディスク装置制御手段18による制御を用いて行う）。

続いて、ファイル制御手段1の制御によって、あるファイルが削除された場合の動作について説明する。

この場合には、そのファイルに使用されていたデータブロックには転送要求が起こらないために、上述のような手順によってフリーバッファ制御手段4やキャッシュブロックプライオリティ制御手段7を呼び出すことはできない。

そこで、ファイル制御手段1は、ファイル管理情報伝達手段2を介して、フリーバッファ制御手段4およびキャッシュブロックプライオリティ制御手段7に対し、そのファイルの削除に係る通知

（削除されたファイルに使用されていたデータブロックのブロック番号等）を提供する。

この通知を受けたフリーバッファ制御手段4は、そのデータブロックに割り当てられているバッファキャッシュブロックがある場合には（ここでは、第2図（a）中のバッファヘッダFに対応するバッファキャッシュブロックが該当するものとする）、そのバッファキャッシュブロックのバッファヘッダFをフリーリスト120に接続し（第2図（b）参照）、そのバッファキャッシュブロックをフリーな状態のバッファキャッシュブロックとして他のデータブロックに割り当てることができるようになる。

上述の通知を受けたキャッシュブロックプライオリティ制御手段7は、そのデータブロックに割り当てられているディスクキャッシュブロックがある場合には（ここでは、第3図（a）中のキャッシュブロックヘッダC'に対応するディスクキャッシュブロックが該当するものとする）、そのディスクキャッシュブロックのキャッシュブロッ

特開平3-296841 (7)

クヘッドC'のプライオリティを最低にし(第3図(b)参照。キャッシュブロックヘッドC'は最低のプライオリティのキャッシュブロックヘッドの接続の先頭に挿入され、キャッシュブロックヘッドC'に対応するディスクキャッシュブロックはキャッシュブロックヘッドA'に対応するディスクキャッシュブロックよりも先に他のデータブロックに割り当てられる)、そのディスクキャッシュブロックをすぐに他のデータブロックに割り当てることができるようにする。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明は、ファイルの削除によって不要となったデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックおよびディスクキャッシュブロックをなるべく早く他のデータブロックに割り当てるためのキャッシュ制御を行うことにより、不要となったデータブロックがまだバッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリ上に残っているうちに有効なデータブロックがバッファキャッシュメモリや磁気

ディスクキャッシュメモリから追い出されてしまうという事態を防ぐことができ、キャッシュヒット率を向上することができ、データ入出力時間を短縮することができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の構成を示すブロック図、

第2図(a)および(b)は第1図中のハッシュテーブルおよびフリーリストによるバッファヘッド群の管理の態様を説明するための図、

第3図(a)および(b)は第1図中のプライオリティテーブルによるキャッシュブロックヘッド群の管理の態様を説明するための図である。

図において、

- 1・・・ファイル制御手段、
- 2・・・ファイル管理情報伝達手段、
- 3・・・バッファキャッシュ制御手段、
- 4・・・フリーバッファ制御手段、
- 5・・・磁気ディスクキャッシュ制御手段、
- 6・・・磁気ディスクキャッシュブロック制御

手段、

- 7・・・キャッシュブロックプライオリティ制

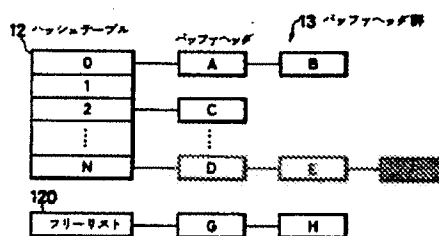
御手段、

- 8・・・ハッシュテーブル制御手段、
- 9・・・ファイルブロック制御手段、
- 10・・・磁気ディスク装置制御手段、
- 11・・・プライオリティテーブル、
- 12・・・ハッシュテーブル、
- 13・・・バッファヘッド群、
- 14・・・キャッシュブロックヘッド群、
- 15・・・利用者プログラムメモリ空間、
- 16・・・バッファキャッシュメモリ、
- 17・・・磁気ディスクキャッシュメモリ、
- 18・・・磁気ディスク装置、
- 120・・・フリーリストである。

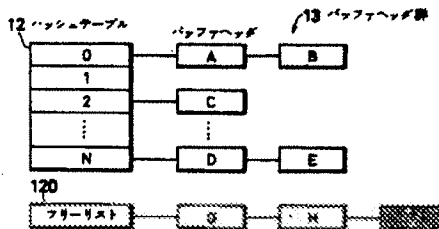
特許出願人 日本電気株式会社

代理人 弁理士 岡 原 純 一

第2図(a)

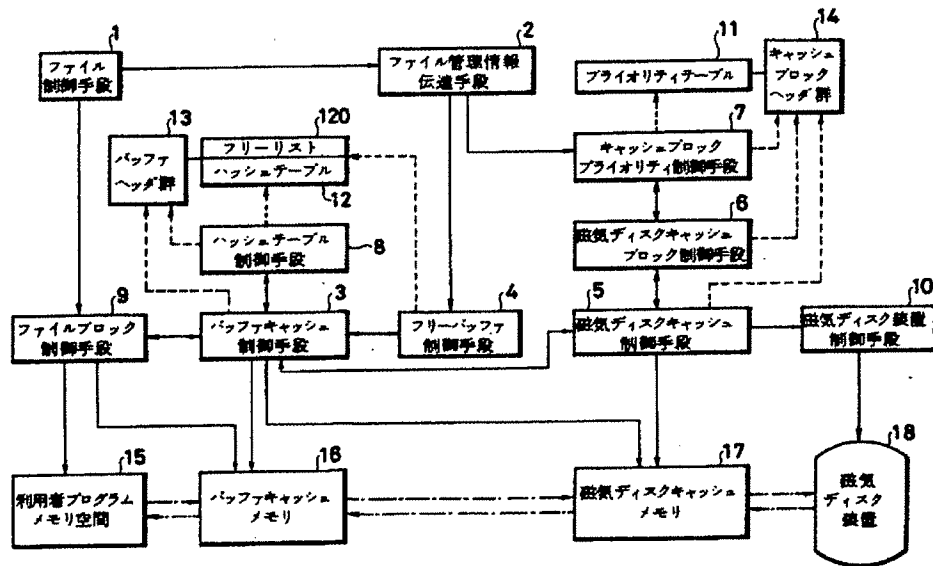


第2図(b)

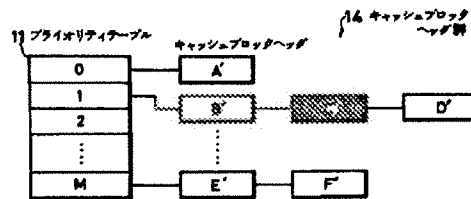


特開平3-296841 (8)

第 1 図



第 3 図 (a)



第 3 図 (b)

